

## Traitements in situ durables des PFAS dans les sols et les eaux souterraines contaminés, lavage avec des biopolymères protéiques et stabilisation par injection haute pression GAC

Stephan Hüttmann<sup>1</sup>, Anja Wilken<sup>1</sup>, Frank Karg<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fabeko Project, c/o Sensatec GmbH, Friedrichsorter Straße 32, D-24159 Kiel, Germany

<sup>2</sup>HPC International SAS, Centre Médical de Perharidy, 29680 Roscoff, France &  
Dr. Alfred-Herrhausen-Allee 12, 47228 Duisburg - Germany

En raison de leur stabilité chimique élevée, de leur mobilité dans l'environnement et de leur potentiel de bioaccumulation, les substances alkylées polyfluorées et perfluorées (PFAS) représentent un groupe de polluants très pertinent en ce qui concerne leur potentiel de danger. En Allemagne et dans d'autres pays, de nombreux sites contaminés par des PFAS ont été identifiés, dont certains couvrent de vastes zones, comme la contamination de la couche arable de plusieurs centaines d'hectares de terres arables dans la région de Rastatt (Baden-Württemberg, GER), où des PFAS contenant les boues de compostage du papier ont été utilisées comme engrais. À l'heure actuelle, aucune technologie de remédiation in situ pour les contaminations par les PFAS dans la zone vadose n'était disponible. Les stratégies d'assainissement de pointe comprennent principalement des méthodes traditionnelles et très coûteuses telles que l'excavation des sols contaminés (et le traitement thermique ou le déversement) ou le pompage et le traitement en tant que mesure de confinement hydraulique des eaux souterraines contaminées.

L'objectif du projet de recherche conjoint "Fabeko" était le développement et la mise en œuvre d'une technologie alternative in situ et sur site pour l'assainissement des PFAS de la zone vadose et/ou du sol excavé en utilisant un procédé de lavage du sol avec des composés polymères biodégradables ( cf. figure 1). Des composés biopolymères tensioactifs spécialement développés sont utilisés pour séparer efficacement le PFAS du sol. Le lixiviat qui en résulte est transféré dans les eaux souterraines puis retiré hydrauliquement de l'aquifère au moyen d'un système de drainage. La technologie développée permet la mobilisation in situ/ et sur site des composés polyfluorés et perfluorés de la couche arable sans détruire la structure physique du sol et sans séparer le sol en différentes fractions granulométriques.

Au cours du développement approfondi du procédé, l'efficacité de cette approche technique de remédiation a d'abord été prouvée dans des tests de colonne de sol à petite échelle, puis dans des lysimètres de sol et finalement dans une application pilote de 3 semaines sur le terrain.

Dans le lysimètre ainsi que dans les essais à l'échelle pilote, de nouvelles méthodes d'analyse, telles que les analyses TOP, AOF et EOF, ont été utilisées en plus de l'analyse à paramètre unique PFAS pour quantifier de manière exhaustive l'efficacité de la technique d'assainissement développée.

Les résultats montrent que les acides carboxyliques perfluorés à chaîne courte peuvent être lessivés de la couche arable simplement en utilisant de l'eau comme percolat. Cependant, les acides carboxyliques avec une longueur de chaîne > C8 et les acides sulfoniques se sont avérés moins mobiles. L'étude a fourni des preuves solides que ces substances peuvent être mobilisées au moyen des biopolymères spécialement développés. Au cours des essais au lysimètre, une réduction de 95 % de la concentration de PFAS dans le sol a été obtenue en appliquant la méthode nouvellement développée. Dans le test sur le terrain, les concentrations des PFAS ont été réduites de > 80 % en une application de 3 semaines.

Dans le cadre du développement du procédé, des solutions techniques ont été créées pour inhiber les réactions géochimiques qui l'accompagnent (notamment en ce qui concerne la liaison non spécifique des cations polyvalents) et la croissance de la biomasse lors de l'utilisation des structures polymères facilement biodégradables. L'efficacité de ces mesures d'accompagnement a été testée avec succès au lysimètre.

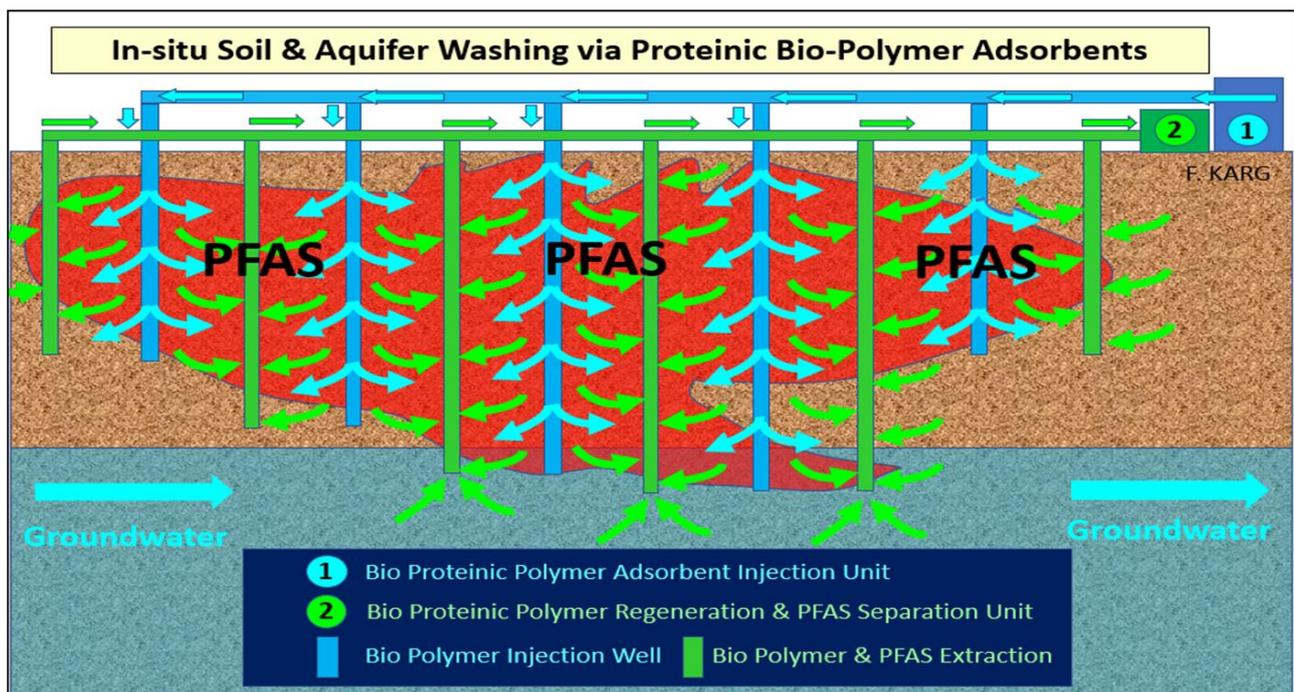


Fig. 1 : Lavage du sol in situ pour la décontamination des PFAS avec des biopolymères protéiques.

Le procédé développé offre la possibilité de traiter les sols contenant des PFAS in situ dans la zone vadose en mobilisant les PFAS et en traitant ensuite les eaux souterraines à l'aide d'une technologie de pointe. Une autre application possible de la méthode développée qui est actuellement appliquée sur le terrain est le traitement ex-situ de matériaux de sol excavés contenant des PFAS en appliquant le biopolymère dans des cycles de lavage. La technologie de lavage des sols peut très bien être associée à la technologie de stabilisation in-situ des PFAS par injection de matière solide de charbon actif. Les options d'application de cette approche technique sont discutées dans la présentation.